

51

Int. Cl.:

B 29 c, 17/02

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 39 a2, 17/02

Best Available Copy

10

11

# Offenlegungsschrift 1704 405

21

Aktenzeichen: P 17 04 405.2 (W 44927)

22

Anmeldetag: 5. Oktober 1967

43

Offenlegungstag: 8. Juli 1971

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Verfahren zur Verformung von Platten od. dgl., aus thermoplastischem Kunststoff und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Württembergische Metallwarenfabrik, 7340 Geislingen

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Becker, Karl Eugen, Dr.-Ing.; Keller, Karl, Dipl.-Ing.; Oberländer, Karl, Dipl.-Ing.; 7340 Geislingen; Schellenberg, Rolf, Dr.-Ing., 6800 Mannheim

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 12. 2 1970

T 1704405

DIPL.-ING. A. GRÜNECKER  
DR.-ING. H. KINKELDEY  
DR.-ING. W. STOCKMAIR, AB. E. (CALIF. INST. OF TECHN.)  
PATENTANWÄLTE

8000 MÜNCHEN 22  
Maximilianstraße 43  
Telefon 29 71 00 / 29 67 44  
Telegramme Monopat München  
Telex 05-28380

1704405

P 17 04 405.2-16

15.2.1971

Württembergische Metallwarenfabrik  
734 Geislingen/Steige

PH 1682-IIa

Verfahren zur Verformung von Platten  
oder dgl. aus thermoplastischem Kunst-  
stoff und Vorrichtung zur Durchführung  
des Verfahrens

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verformung von Platten od.dgl. aus thermoplastischem Kunststoff zwecks Herstellung von Behältern, Gefäßen oder anderen Hohlformen, wobei das Werkstück mittels eines Stempels einer Zug-Druck-Umformung unterworfen wird. Die Erfindung ist ferner auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens gerichtet.

Bisher werden Hohlkörper aus thermoplastischen Kunststoffen hauptsächlich im Spritzgußverfahren hergestellt. Es ist auch bekannt, Hohlkörper aus thermoplastischen Platten oder Folien nach Erwärmung bis an oder über den Erweichungspunkt durch pneumatische Verfahren oder mittels Werkzeugen umzuformen. Die Ausbeute dieser Verfahren läßt zu wünschen übrig; insbesondere ist die Ausbringung im Vergleich zu dem

109828/1507

ihre Gestalt nach der Verformung mehr oder weniger an die Form des Ausgangswerkstückes annähern, also der Platine. Dieser Effekt ist praktisch unabhängig von der verwendeten Werkzeugform, von den Einlauf-Verhältnissen, den aufgewendeten Drücken, der Verformungsgeschwindigkeit und dem Schmiermittel. Umfangreiche Versuche haben überraschenderweise ergeben, daß der "memory-Effekt" erst und nur dann verschwindet, wenn der Umformung eine Wandstärkenreduktion überlagert wird.

Weil Umformung und Wandstärkenreduktion des Werkstückes ohne Wärmezufuhr von außen vorgenommen werden, hat man abgesehen von der um ein Vielfaches höheren Stückzahl je Zeiteinheit insbesondere bei großflächigen Hohlwaren-Werkstücken gegenüber den thermischen Umformverfahren noch einen weiteren großen Vorteil. Bei letzteren, also z.B. beim Vakuum-Tiefziehen oder bei der Warmumformung in Werkzeugen, kommt der Werkstoff im gesamten umzuformenden Bereich zum Fließen. Infolgedessen sind Wandstärken und Bodendicken etwa gleich. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren tritt die Wandstärkenabnahme nur in der Verformungszone auf; ebene Bodenflächen, die keiner Verformung unterliegen, können die Ausgangsdicke des Materials beibehalten. Dadurch wird insbesondere bei großflächigen Werkstücken eine größere Stabilität erreicht. Gleichzeitig werden beträchtliche Energiemengen eingespart.

Bei einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß Umformung und Wandstärkenreduktion gleichzeitig durchgeführt werden. Es ist aber auch möglich, Umformung und Wandstärkenreduktion zwar in einem

während zugleich die Formbeständigkeit der Erzeugnisse verbessert wird.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ohne Vorwärmen des Werkstückes bzw. ohne Wärmezufuhr von außen der Umformung eine Wandstärkenreduktion überlagert wird.

Mit dieser Maßnahme erreicht man eine Anzahl von Vorteilen. Das Verfahren ist für alle Zug-Druck-Umformungen anwendbar, wie z.B. Tiefziehen im Anschlagzug und Weiterschlagzug, Formprägen, Durchziehen, Randhochstellen usw. Dabei können einfach gestaltete Werkzeuge verwendet werden. Der Konstruktions- und Zeitaufwand für die Fertigung ist gering, und die erzeugten Körper sind außerordentlich formbeständig.

Gerade diesem letzteren Punkt kommt besondere Bedeutung zu. Versucht man nämlich zwecks Energieeinsparung, die üblichen Verfahren der Zug-Druck-Umformung ohne Erwärmung bis zum Erweichungspunkt der Kunststoffe durchzuführen, so entstehen wohl bei Verlassen des Werkzeuges noch formgetreue Körper. Unmittelbar danach nähern diese sich jedoch mehr oder weniger wieder der Ausgangsform des Werkstückes an. Beispielsweise wird bei tiefgezogenen zylindrischen Näpfen der Durchmesser größer, die nach dem Umformen zunächst zylindrische Wand nimmt konische Gestalt an und der Radius am Übergang von Wand zu Boden wird größer. Bei allen auf diese Weise hergestellten Werkstücken ist eine als "memory-Effekt" bezeichnete Speicherwirkung oder Nachwirkung zu beobachten, als dessen Folge die Werkstücke

eine übermäßige Erwärmung der Stempelform bei der Serienfertigung verhindern soll. Konstruktions- und Zeitaufwand sind infolgedessen auch bei dem Arbeiten mit dieser Vorrichtung sehr groß, ohne daß volle Gewähr für Formbeständigkeit der Erzeugnisse bestünde.

In der USA-Patentschrift 2 911 681 ist eine typische Gestaltung von Werkzeugen dargestellt, mit denen die Formung von Kunststoffplatten herkömmlicher Weise durchgeführt wird. Zwischen einem Ziehring und einem Stempel besteht eine lichte Weite, die größer ist als die Wandstärke des Kunststoffmaterials vor dem Ziehen. Der im heißen Zustand gezogene Kunststoff benötigt eine gewisse Abkühlzeit und darf währenddessen keinen auf ihn einwirkenden Kräften ausgesetzt werden. Es ergeben sich damit die bereits erwähnten Nachteile.

Gemäß dem Verfahren nach der deutschen Patentschrift 1 084 020 hat man versucht, folienförmigem Kunststoffmaterial nur im Bereich der Einziehstelle in den Ziehspalt Wärme zuzuführen. Auch dabei ist aber noch eine Aufheiz- und Abkühlzeit erforderlich. Die Vorrichtung ist aufwendig und das Erzeugnis nicht mit Sicherheit formbeständig. Für größere Wandstärken ist ein derartiges Verfahren überdies ungeeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile der bekannten Verfahren zu vermeiden und ein Verfahren sowie eine zu seiner Durchführung geeignete Vorrichtung zu schaffen, womit eine Steigerung der Ausbringung bei der Fertigung von Hohlkörpern aus Kunststoff möglich und der Aufwand für Maschinen und Werkzeuge auf ein Minimum beschränkt ist,

Verfahren der Blechumformung gering. Das Aufheizen und Abkühlen der Kunststoffmasse erfordert relativ viel Zeit. Der Werkzeug- und Maschinenaufwand ist hoch, da Spezialeinrichtungen gebraucht werden. Außerdem ist für die Erwärmung sehr viel Energie erforderlich.

Diese Nachteile sind insbesondere bei Tiefziehverfahren augenscheinlich, wie sie in der deutschen Patentschrift 1 068 005 und in weiteren Patentschriften beschrieben sind. Bei dem Verfahren nach der genannten Patentschrift wird eine Platte aus thermoplastischem Kunststoff im plastifizierten Zustand gespannt, und zwar im freien Raum von Kante zu Kante der Ziehwerkzeuge, an welchen die Platte nicht flächenhaft anliegt. Die Werkzeuge bestehen aus zueinander verschiebbaren Hohlrahmen, welche richtungsgebende Kanten enthalten, aber im übrigen nicht mit dem herzustellenden Hohlkörper übereinstimmen. Der Ausgangswerkstoff muß im plastifizierten Zustand, d.h. auf einer Temperatur nahe oder über dem Erweichungspunkt sein, damit das Verfahren überhaupt durchführbar ist und formbeständige Erzeugnisse liefert. Die bleibende Form ergibt sich erst durch das Erkalten des Kunststoffes. Das Verfahren erfordert somit einen beträchtlichen Zeitaufwand und birgt außerdem die Gefahr von unerwünschten Formänderungen in sich.

Die französische Patentschrift 1 253 044 beschreibt eine Vorrichtung für die Formung flächiger Kunststoffkörper zu Hohlkörpern. Diese Vorrichtung weist einen Stempel auf, der den Kunststoff-Rohling trägt, gegen den ein Ziehring bewegbar ist. Auch hierbei muß die Kunststoffmasse vor der Formung erwärmt werden, und es ist deshalb im Inneren des Stempels eine Kühlschlange vorgesehen, die

Arbeitsgang, jedoch in wenigstens zwei Werkzeugteilen nacheinander durchzuführen. Welche der beiden Möglichkeiten man wählt, hängt von Art und Abmessungen des zu erzeugenden Körpers ab. Darüberhinaus kann die Wahl durch das Verhältnis der Menge herzustellender Körper zu den Werkzeugkosten beeinflußt werden.

Ein wichtiges Merkmal der Erfindung sieht vor, daß die verwendeten Werkzeuge bei entsprechender Bemessung im wesentlichen so aufgebaut und ausgeführt sind wie die für die Blechverformung üblichen Werkzeuge. Durch die erfindungsgemäße Beseitigung des "memory-Effekts" bei der kalten Umformung thermoplastischer Kunststoffplatten in Hohlkörper wird es möglich, mit konventionellen Maschinen und einfachen Werkzeugen dieselbe Ausbringung zu erzielen wie bei der Umformung von metallischen Werkstoffen, insbesondere Blechen. Dabei ist es durchaus möglich, bei entsprechender Abstimmung der Materialstärken der zu verarbeitenden Werkstoffe in ein und demselben Werkzeug Metallbleche und Kunststoffplatten zu Teilen umzuformen, die in ihren Hauptabmessungen gleich sind.

Indem in weiterer Ausgestaltung der Erfindung wenigstens zwei Platten gleichzeitig in das Werkzeug eingelegt und verformt werden, kann die Fertigungsgeschwindigkeit noch stark gesteigert werden. Erfindungsgemäß ist ferner vorgesehen, daß die Platten mittels kombinierter Werkzeuge aus Streifen geschnitten oder in Streifen freigeschnitten und umgeformt werden. Es können auch an die Umformung in an sich bekannter Weise Schnittoperationen angeschlossen werden. Mit Schnitzzugwerkzeugen können gleichzeitig für

ein oder mehrere Teile die Platinen ausgeschnitten und im gleichen Arbeitsgang zu Hohlkörpern umgeformt werden. Es ist auch möglich, die Platinen für ein oder mehrere Teile im Folgewerkzeug freizuschneiden, umzuformen und durchzubrechen. Die dabei erzielte Ausbringung ist um ein Vielfaches höher als bei den bisher üblichen thermischen Verfahren. Wegen der geringen Formänderungsfestigkeit der Kunststoffe liegen die dabei auftretenden Kräfte weit unter denen der vergleichbaren Blechumformverfahren; die erforderlichen Werkzeuge und Maschinen können deshalb wesentlich leichter ausgeführt sein.

In weiterer Spezialisierung der Erfindung ist vorgesehen, daß das umgeformte und gegebenenfalls geschnittene Werkstück in an sich bekannter Weise einer Formprägung unterworfen wird. Auch bei ohne äußere Wärmezufuhr tiefgezogenen und anschließend formgepreßten Teilen, z.B. Abteilplatten, verschwindet der "memory-Effekt", sobald die Werkzeuge für das Tiefziehen und Formprägen so ausgelegt sind, daß bei der Umformung die Wandstärke in den senkrechten bzw. schrägen Wänden gegenüber der Ausgangsdicke des Materials verringert wird.

Bei einer Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens mit einer Halteeinrichtung für die Platte in einem Werkzeug und mit einem Stempel ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Werkzeug wenigstens ein Hohl-element aufweist, dessen lichtetes Innenmaß zu dem Außenmaß des äquidistant eingreifenden Teils des Stempels einen Spalt von einer Breite freiläßt, die kleiner ist als die Wandstärke der nicht verformten Platte.



Diese Werkzeuge können so ausgebildet sein, wie das bei der Blechumformung üblich ist. An Werkstoffe und Oberflächenbeschaffenheit werden keine gesteigerten Anforderungen gestellt, zumal eine Verarbeitung des Kunststoffmaterials bei erhöhten Temperaturen nicht notwendig ist. Demzufolge entfallen auch Heizeinrichtungen jeglicher Art, und eine bei sehr hohen Fertigungsgeschwindigkeiten unter Umständen wünschenswerte Kühleinrichtung kann auf die Abfuhr der Verformungswärme beschränkt werden.

Eine Ausgestaltung dieser Vorrichtung besteht darin, daß das Hohl-Element als Ring ausgebildet ist und daß die Halteeinrichtung aus Aufnahmen und einem Niederhalter sowie wenigstens einem als Ziehring ausgebildeten Zwischenring besteht, welcher dem Ring vorgeschaltet ist. Mit einer derartigen Vorrichtung ist es möglich, Umformung und Wandstärkenreduktion des Werkstückes in einem Arbeitsgang, jedoch in wenigstens zwei Stufen nacheinander durchzuführen. Eine Tiefzieh-Vorrichtung dieser Art ist nicht nur bei der Verformung von Werkstücken mit größerer Materialdicke vorteilhaft, sondern beispielsweise auch für Platten mit einer Dicke von 1 mm und darunter geeignet.

Eine andere Ausbildung der Vorrichtung sieht vor, daß die Halteeinrichtung einen Schnittstempel umfaßt, in welchem der Stempel beweglich ist, an dessen Vorderteil mit dem Außenmaß eine Abscherkante anschließt, deren Abmessung dem Innenmaß des Hohl-Elementes entspricht. Ein solches kombiniertes Schnitzzug-Schnittwerkzeug eignet

sich insbesondere für die Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffen zu zylindrischen Behältern.

Noch eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß das Hohl-Element als Prägeform und der Stempel als Prägestempel ausgebildet ist. Es ist also auch das Formpräge-Werkzeug so ausgelegt, daß bei der Umformung die Wandstärke des Ausgangsmaterials in den senkrechten bzw. schrägen Wänden herabgesetzt wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein kombiniertes Werkzeug einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten zylindrischen Napf,
- Fig. 3 einen Schnitt durch ein kombiniertes Werkzeug einer anderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 4 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform des Werkzeuges einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, und
- Fig. 5 einen Schnitt durch noch ein anderes Werkzeug einer erfindungsgemäßen Vorrichtung

Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist mit einem Werkzeug nach Fig. 1 versehen. Die Darstellung läßt ein ursprünglich plattenförmiges Werkstück 1 erkennen,

das bereits eine gewisse Verformung erfahren hat. Das Werkstück 1 ist zwischen einem Niederhalter 2 und einem Zwischenring 3 gehalten, der als erster Ziehring ausgebildet ist. Der Niederhalter 2 bringt eine bestimmte Niederhaltekraft auf, um die Vermeidung von Falten zu gewährleisten. Unter dem Zieh- bzw. Zwischenring 3 liegt eine Ringeinlage 4, die ihrerseits auf einen Ring 5 aufgelegt ist. Für die Halterung von Zwischenring 3, Ringeinlage 4 und Ring 5 dient eine entsprechend gestaltete Aufnahme 6. Der Niederhalter 2 ist mittels einer Aufnahme 7 an dem schematisch angedeuteten Pressenoberteil befestigt. Die Umformung erfolgt mittels eines Stempels 9. Beim Umformvorgang wird am Boden 8 des Stempels 9 die Ziehkraft in die noch ebene Platine bzw. in das Werkstück 1 eingeleitet. Durch die Bewegung des Stempels 9 in Pfeilrichtung wird die Platine über den Einlaufradius 10 des Zwischenrings 3 in einen Napf umgeformt. Bei weiterem Eintauchen des Stempels 9 wird die Wandstärke des Werkstückes 1 an der Schulter 11 des Ringes 5 reduziert. Nach Beendigung des Umformvorganges wird das Werkstück 1 beim Rücklauf des Stempels 9 durch den Ring 5 oder einen nicht dargestellten Abstreifer abgestreift.

Der mit einer Vorrichtung gemäß Fig. 1 erzielte Fortschritt wird durch Vergleich mit den herkömmlichen Vorrichtungen bzw. Arbeitsverfahren deutlich. Wird z.B. eine Ronde aus ABS-Kunststoff oder Polyamid in einem Ziehwerkzeug mit üblichem Ziehspalt hergestellt, der etwa 1,1 mal

so breit ist wie die Materialdicke, so entsteht ein Napf, dessen oberer Durchmesser nach der Umformung sehr rasch zunimmt und dessen Radius sich am Übergang vom zylindrischen Teil zum Napfboden sehr stark vergrößert. Wird dieselbe Platine im gleichen Werkzeug mit verengtem Ziehspalt tiefgezogen, dessen Breite beispielsweise ungefähr gleich dem 0,75-fachen der Materialstärke ist, oder wird dem ersten Zwischenring 3 ein Ring 5 mit verkleinertem Ziehspalt nachgeschaltet, so entsteht beim Durchziehen ein Napf, dessen oberer Durchmesser den Werkzeugabmessungen entspricht. Die Wandstärke im zylindrischen Teil des Werkstückes 1 wird dabei auf die Ziehspaltweite des Ringes 5 mit verkleinertem Ziehspalt verringert.

Fig. 2 zeigt einen in dieser Weise hergestellten zylindrischen Napf. Das Werkstück 1 hat einen Boden 12, dessen Wandstärke  $s_0$  in der Größenordnung der Ausgangsdicke des Materials liegt, während die Dicke  $s_1$  der Wand 13 infolge der dem Tiefziehen überlagerten Wandstärkenreduktion etwas dünner ist. Dies bewirkt insbesondere bei großflächigen Werkstücken 1 eine größere Stabilität bzw. Standfestigkeit.

Eine andere Ausführungsform eines Werkzeuges für eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist in Fig. 3 dargestellt. Sie zeigt einen Schnitt durch ein kombiniertes Schnitzzug-Schnittwerkzeug, in dem ein Streifen 14 aus thermoplastischem Kunststoff von Führungsleisten 15 geführt ist und beim Stempelhochgang durch einen Schnittstempel 16 abgestreift wird. Nach Beendigung des Schnitt-

vorganges wirkt der Schnittstempel 16 zugleich als Niederhalter; er hält die Randzone 17 des Werkstückes 1 während der Umformoperation auf einem Ring 18 nieder. Dieser Ring 18 ist in üblicher Weise mit einem Einlauf-radius 19 ausgeführt. Zur Verformung dient ein Stempel 20, der an seinem vorderen Ende verjüngt ist, so daß der Spalt zwischen dem Ring 18 und dem Stempel 20 der um die erforderliche Reduktion verringerten Materialstärke entspricht. Am oberen Teil 21 des Ziehstempels 20 entspricht der Durchmesser der Bohrung des Ringes 18. Nach dem Ausschneiden der Platine durch den Schnittstempel und Niederhalter 16 wird beim Niedergang des Stempels 20 die ebene Platine in einen Napf umgeformt, wobei gleichzeitig die Wandstärke des zylindrischen Teils verringert wird. Nach Beendigung des Umformvorganges quetscht eine Abscherkante 22 des Stempels 20 das Werkstück 1 ab. Es erhält auf diese Weise einen ebenen oberen Rand. Beim Hochgang des Stempels 20 wird das Werkstück 1 von einem nicht dargestellten Ausstoßer abgeworfen. Dieser kann z.B. in an sich bekannter Weise als gefederter Auswerfer ausgebildet sein; es ist aber auch möglich, das Abstoßen des Werkstückes 1 mittels Preßluft zu bewirken.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Werkzeuges einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Das Werkzeug ist hier als Ziehwerkzeug zur Herstellung einer Abteilleuchte ausgebildet. Es besteht aus einem Niederhalter 2, einem Ziehring 3 und einem Stempel 9 entsprechend der oben beschriebenen Ausführung. Die Schrägteile des Werkzeuges sind in der Weise bemessen, daß in ein und derselben

Höhe der Durchmesser  $b$  des Stempels 9 um den Ziehspalt kleiner ist als der Durchmesser  $D$  des Ziehringes 3. Die halbe Differenz  $D-d$  entspricht dem Ziehspalt, welcher kleiner ist als die Ausgangsdicke des Werkstückes 1, die am Boden im wesentlichen unverändert beibehalten ist. Durch die Wandstärkenreduktion in den Schrägen der Abteilplatte wird rasche eine hohe Formstabilität erzielt.

Im Anschluß an den Ziehvorgang mittels eines Werkzeuges gemäß Fig. 4 kann eine Formprägung mit einem Werkzeug nach Fig. 5 durchgeführt werden. Dies dient zum Fertigprägen einer vorgezogenen Abteilplatte. Zur Erreichung einer guten Formstabilität des Randes 23 wird die Wandstärke des umlaufenden, hochgestellten Randes 24 beim Formprägen ebenfalls herabgesetzt. Der Unterschied zwischen der Wandstärke  $s_1$  im schrägen Teil 25 und der Wandstärke  $s_0$  im Boden ist je nach dem zu verarbeitenden Kunststoff und der Form des Werkstückes 1 festzulegen.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Wesentlich ist die Überlagerung einer Wandstärkenverringerung zu der Umformung ohne äußere Wärmezufuhr, so daß sowohl eine spontane elastische Rückfederung als auch eine elastische Nachwirkung (Relaxation) die Form des hergestellten Körpers nicht oder nur unbeachtlich verändert. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich neben Behältern und Gefäßen auch Abdeckungen und Verkleidungen herstellen, die ihrer Größe wegen auf Spritzgußmaschinen nicht mehr gefertigt werden können.

Sämtliche aus der Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile einschließlich konstruktiver Einzelheiten und Verfahrensschritte können auch in beliebigen Kombinationen erfindungswesentlich sein.

# P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Verformung von Platten oder dgl. aus thermoplastischem Kunststoff zwecks Herstellung von Behältern, Gefäßen oder anderen Hohlformen, wobei das Werkstück mittels eines Stempels einer Zug-Druck-Umformung unterworfen wird, dadurch gekennzeichnet, daß ohne Vorwärmen des Werkstücks bzw. ohne Wärmezufuhr von außen der Umformung eine Wandstärkenreduktion überlagert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Umformung und Wandstärkenreduktion gleichzeitig durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Umformung und Wandstärkenreduktion in einem Arbeitsgang, jedoch in wenigstens zwei Werkzeugteilen nacheinander durchgeführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Werkzeug eine Einrichtung zur Abfuhr der bei der Umformung entstehenden Eigenwärme vorgesehen ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Werkzeuge bei entsprechender Bemessung im wesentlichen so aufgebaut und ausgeführt sind wie die für die Blechverformung üblichen Werkzeuge.



6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Platten gleichzeitig in das Werkzeug eingelegt und verformt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten mittels kombinierter Werkzeuge aus Streifen geschnitten oder in Streifen freigeschnitten und umgeformt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß an die Umformung in an sich bekannter Weise Schnittoperationen angeschlossen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das umgeformte und gegebenenfalls geschnittene Werkstück in an sich bekannter Weise einer Formprägung unterworfen wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Halteeinrichtung für die Platte in einem Werkzeug und mit einem Stempel, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug wenigstens ein Hohl-Element (5,18,27) aufweist, dessen lichtet Innenmaß (D) zu dem Außenmaß (d) des äquidistant eingreifenden Teils des Stempels (9,20,26) einen Spalt von einer Breite freiläßt, die kleiner ist als die Wandstärke der nicht verformten Platte (1).

-17-

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohl-Element als Ring (5) ausgebildet ist und daß die Halteeinrichtung aus Aufnahmen (6,7) und einem Niederhalten (2) sowie wenigstens einem als Ziehring ausgebildeten Zwischenring (3) besteht, welcher dem Ring (5) vorgeschaltet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Halteeinrichtung einen Schnittstempel (16) umfaßt, in welchem der Stempel (20) beweglich ist, an dessen Vorderteil mit dem Außenmaß (d) eine Abscherkante (22) anschließt, deren Abmessung dem Innenmaß (D) des Hohl-Elementes (18) entspricht.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohl-Element als Prägeform (27) und der Stempel als Prägestempel (26) ausgebildet ist.

1704405

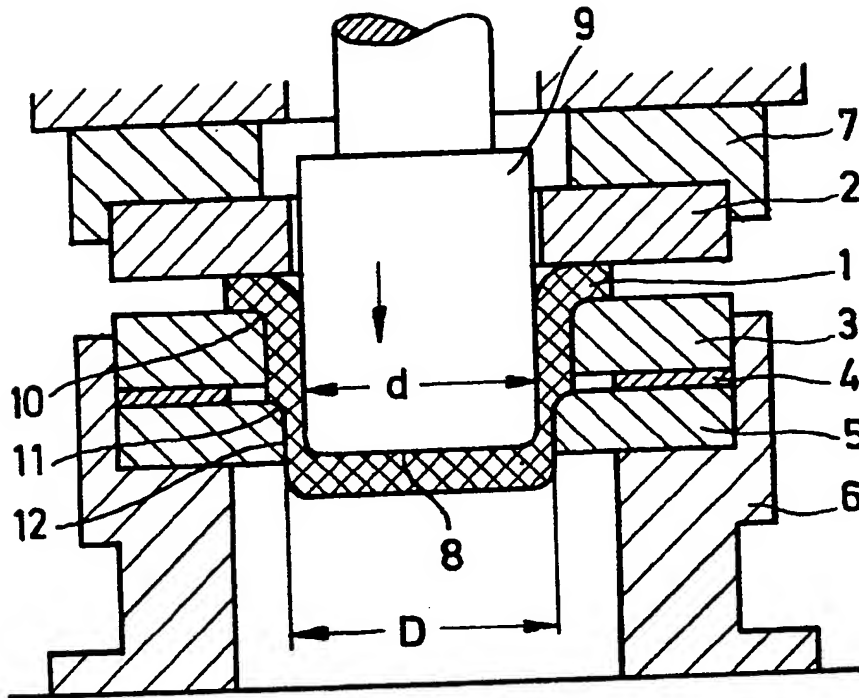


FIG. 1

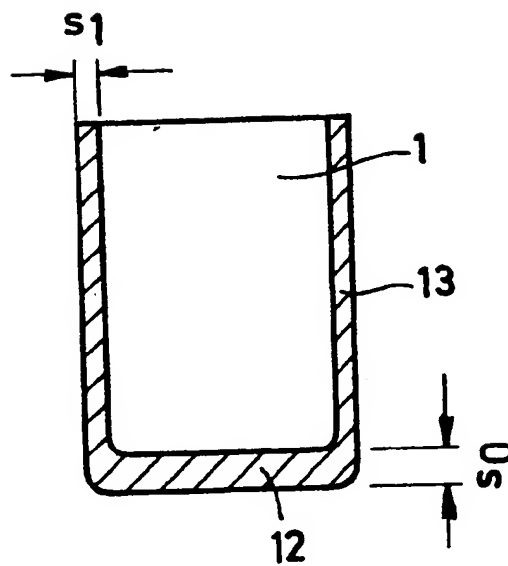


FIG. 2

109828/1507

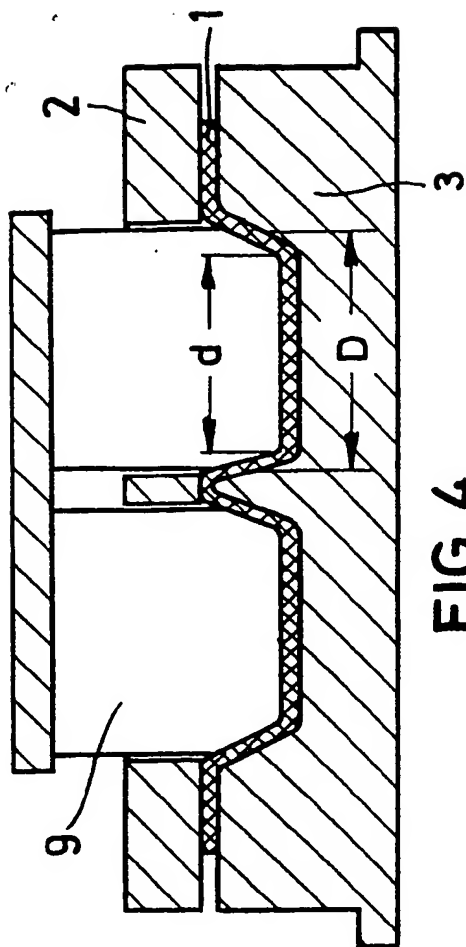


FIG. 4

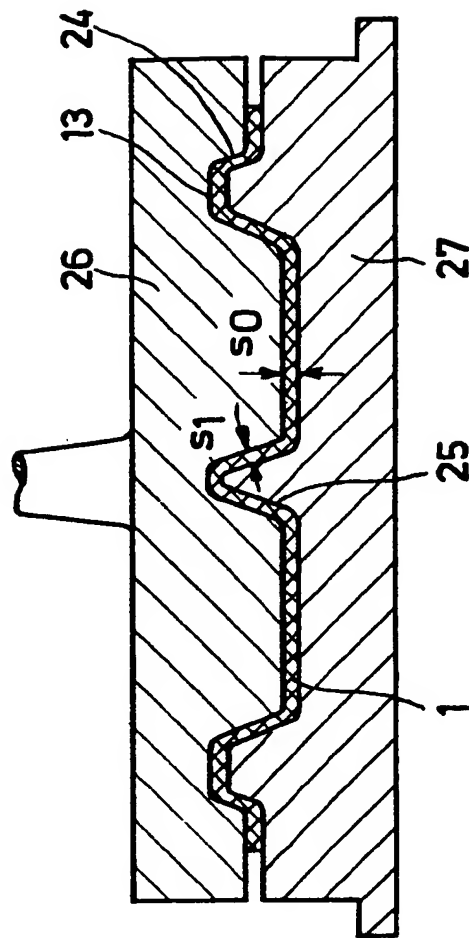


FIG. 5

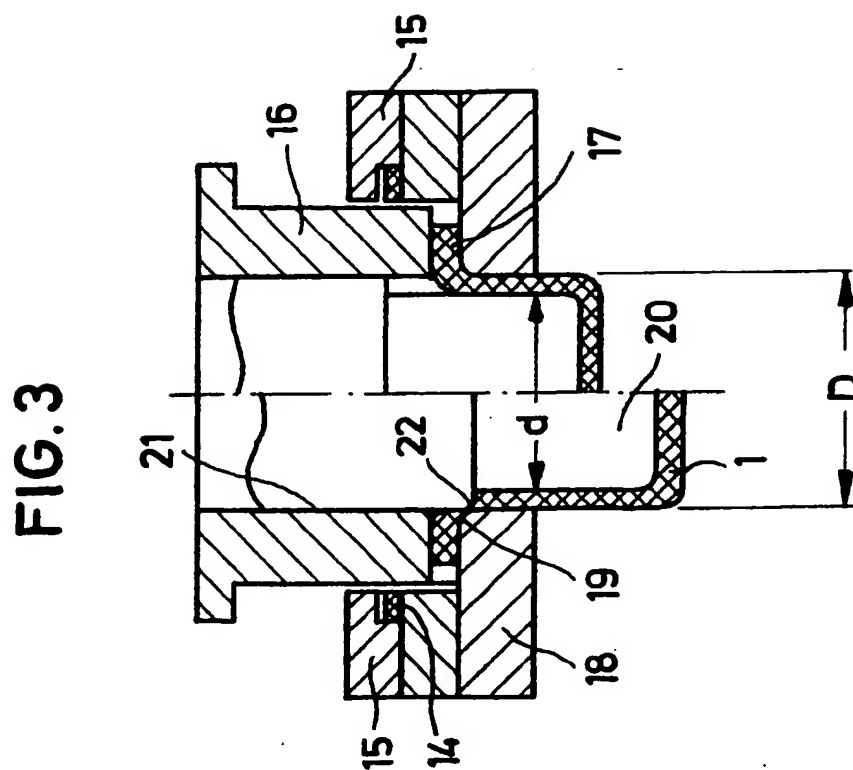


FIG. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**